

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2000-180677

(43)Date of publication of application : 30.06.2000

(51)Int.Cl. G02B 6/44  
G02B 6/17  
// G02B 6/28

(21)Application number : 10-359841

(71)Applicant : FUJIKURA LTD

(22)Date of filing : 17.12.1998

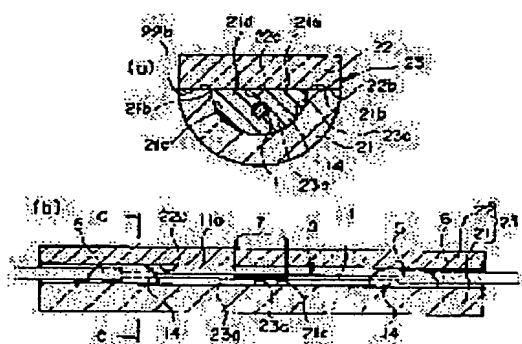
(72)Inventor : MATSUMOTO RYOKICHI  
NISHIDE KENJI  
YAMAUCHI RYOZO

## (54) PROTECTIVE STRUCTURE FOR POLARIZATION MAINTAINING OPTICAL FIBER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a protective structure for a polarization maintaining optical fiber, by which cross talk is hardly deteriorated in the low temperature caused by a temperature change.

**SOLUTION:** In a protective structure for a polarization maintaining optical fiber, a coating layer 5 on the way of a polarization maintaining optical fiber formed by providing the coating layer 5 on a naked optical fiber 1 is removed, an exposed part of the naked optical fiber 1 is stored in a pipe-shaped base material 23 and bonded and fixed in the specified adhesive position. In the cross section perpendicular to the longitudinal directions of adhesive 14 filled in the adhesive position and the base material 23, the periphery of the polarization maintaining optical fiber (the coating layer 5) or the periphery of the naked optical fiber 1 is bonded to the whole inner wall 23c of the base material 23.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of  
rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

# 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-180677

(P 2 0 0 0 - 1 8 0 6 7 7 A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G02B 6/44	341	G02B 6/44	341 2H050
6/17		6/16	301
// G02B 6/28		6/28	U

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号	特願平10-359841	(71) 出願人	000005186 株式会社フジクラ 東京都江東区木場1丁目5番1号
(22) 出願日	平成10年12月17日 (1998.12.17)	(72) 発明者	松本 亮吉 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内
		(72) 発明者	西出 研二 千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジクラ佐倉工場内
		(74) 代理人	100064908 弁理士 志賀 正武 (外 3 名)

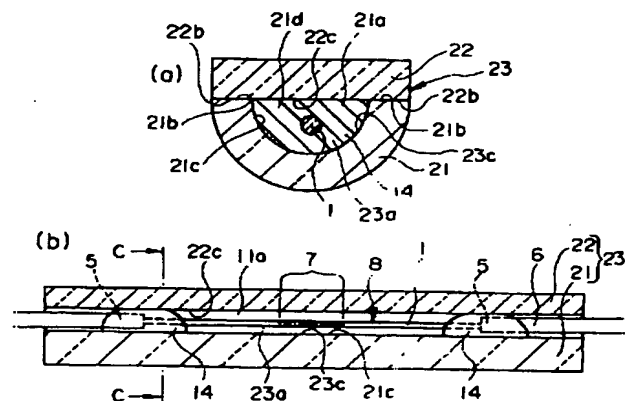
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 偏波保持光ファイバの保護構造

(57) 【要約】

【課題】 温度変化などによって、特に低温時にクロストークが劣化しにくい偏波保持光ファイバの保護構造を提供する。

【解決手段】 裸光ファイバ1の上に被覆層5が設けられてなる偏波保持光ファイバの途中の被覆層5が除去され、裸光ファイバ1が露出した部分がパイプ状の基材23内に収納され、所定の接着位置で接着、固定された偏波保持光ファイバの保護構造において、接着位置に充填された接着剤14、基材23の長さ方向に直交する断面において、偏波保持光ファイバ(被覆層5)の周囲または裸光ファイバ1の周囲と、前記基材23の内壁23c全体に接着していることを特徴とする偏波保持光ファイバの保護構造を構成する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 偏波保持構造を有する裸光ファイバの上にプラスチック製の被覆層が設けられてなる偏波保持光ファイバの途中の被覆層が除去され、裸光ファイバが露出した部分がパイプ状の基材内に収納され、所定の接着位置で接着、固定された偏波保持光ファイバの保護構造において、

接着位置に充填された接着剤が、基材の長さ方向に直交する断面において、偏波保持光ファイバの周囲または裸光ファイバの周囲と、前記基材の内壁全体に接着していることを特徴とする偏波保持光ファイバの保護構造。

【請求項 2】 前記接着位置が、前記裸光ファイバが露出した部分の両側の被覆層の終端と、これに隣接する裸光ファイバが露出した部分の一部とを含むことを特徴とする請求項 1 記載の偏波保持光ファイバの保護構造。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、偏波保持光ファイバの保護構造に関し、特に、偏波保持光ファイバのクロストークの劣化を抑制できるものである。

## 【0002】

【従来の技術】本発明において、偏波保持光ファイバとは、偏波保持構造を有する裸光ファイバの上にプラスチック製の被覆層が設けられてなる光ファイバ素線、光ファイバ心線などを包含するものとする。図 7 は、偏波保持光ファイバの一例であるバンドファイバの裸光ファイバの断面図を示したものである。この裸光ファイバ 1 は、高屈折率のコア 2 と、このコア 2 の周囲に設けられた、コア 2 よりも低屈折率のクラッド 3 と、このクラッド 3 内に、前記コア 2 を中心に対称配置され、かつ前記クラッド 3 よりも低屈折率の断面円形の応力付与部 4、4 とからなる偏波保持構造を有している。

【0003】一般に、コア 2、クラッド 3 および応力付与部 4 の材料としては、それぞれ、ゲルマニウムが添加された石英ガラス、純石英ガラス、比較的ホウ素が大量に添加された石英ガラスが用いられる。応力付与部 4、4 は、応力付与部 4、4 の中心を通る X 軸方向と、これに直交する Y 軸方向において、コア 2 に非軸対称の応力を印加するものである。X 軸方向においては、図中矢印で示したように、コア 2 に対して引張応力が印加され、Y 軸方向においては、相対的にコア 2 に対して圧縮応力が印加されている。そして、この応力の非軸対称性によって付与される異方性の理想的なバランスによって、偏波保持特性が得られる。

【0004】このような偏波保持光ファイバの偏波保持特性を利用した光ファイバ形デバイスとして、偏波保持光ファイバグレーティング、偏波ビームスプリッタ、偏波保持光ファイバカプラなどが提案されている。偏波保持光ファイバグレーティングは、波長フィルタとして使用されるデバイスであり、偏波ビームスプリッタは、直

交する偏波の分離、結合を行うデバイスであり、偏波保持光ファイバカプラは、偏波面を保ったまま光の分岐、結合を行うデバイスである。これらのデバイスは偏波保持光ファイバの途中の被覆層を除去して裸光ファイバを露出させ、この部分に加工を施したものである。よって、この裸光ファイバが露出した部分を適当な基材内に収納し、固定した保護構造を構成するのが通常である。

【0005】図 8～10 は、従来の偏波保持光ファイバグレーティング（以下、光ファイバグレーティングと略記する。）の保護構造の一例を示したものである。図 8 は、基材本体と蓋とを一体化する際の操作を示した一部側断面図、図 9 は基材本体に光ファイバグレーティングを固定した状態を示した平面図、図 10 は図 8、図 9 中の A-A における断面図である。

【0006】この光ファイバグレーティング 8 は、例えば図 7 に示したような偏波保持構造を有する裸光ファイバ 1 の上に紫外線硬化型樹脂などからなる被覆層 5 が設けられた光ファイバ素線（偏波保持光ファイバ）6 の途中の被覆層 5 を除去し、この部分にグレーティング部 7 を形成したものである。グレーティング部 7 は、特定波長の光を選択的に損失させる特性を有し、例えば、裸光ファイバ 1 の長さ方向にそって、そのコアに周期的な摂動の変化が形成されたものである。この摂動の変化とは、例えば、コアの外径やコアの屈折率変化などである。屈折率変化は、例えば、ゲルマニウムが添加された石英ガラスに特定波長の紫外線を照射すると屈折率が上昇する現象を利用して形成される。すなわち、コアに、その長さ方向において周期的に紫外線を照射し、この紫外線を照射した部分の屈折率を上昇させて形成することができる。

【0007】一方、この例の基材 13 は、内部に中空部を有する断面円形のパイプ状のものであり、断面半円形の半割れ管状の基材本体 11 と蓋 12 とからなる。基材 13 の材料は、温度変化などによって発生する基材 13 の膨張、収縮の裸光ファイバ 1 への影響を低減するため、裸光ファイバ 1 の材料の線膨張係数と近い値を有するものが用いられる。例えば、石英ガラスなどである。

【0008】そして、この基材本体 11 の凹部 11a に、光ファイバグレーティング 8 をおさめ、グレーティング部 7 の両側の、被覆層 5、5 の終端と、これらに隣接する裸光ファイバ 1 を露出させた部分の一部とを含む 2 箇所の接着位置において、この光ファイバグレーティング 8 を基材本体 11 に接着剤 14、14 によって固定する。接着剤 14、14 としては、例えば紫外線硬化型接着剤が用いられ、この未硬化の接着剤を注射器などで前記接着位置に注入し、さらに紫外光を照射して硬化させる。ついで、基材本体 11 の接合部 11b、11b と蓋 12 の接合部 12b、12b とを、例えば未硬化の紫外線硬化型接着剤を介して一体化し、紫外線を照射してこの接着剤を硬化し、基材本体 11 と蓋 12 とを接着、

固定することにより、基材 13 内に光ファイバグレーティング 8 が接着、固定された保護構造を完成する。

【0009】図 11～13 は、従来の融着延伸型の偏波保持光ファイバカブラ（以下、光ファイバカブラと略記する。）の保護構造の一例を示したもので、図 11 は、基材固定前の光ファイバカブラと基材を示した斜視図、図 12 は、基材本体に光ファイバカブラを固定した状態を示した平面図、図 13 は、基材本体と蓋とを一体化する際の操作を示した、図 12 中の B-B における断面図である。図 8～10 に示したものと同様の構成について 10 は、同符号を付して説明を省略する。

【0010】この光ファイバカブラ 10 は、例えば以下のようにして製造したものである。すなわち、2本の光ファイバ素線 6、6 の途中の被覆層 5、5 を引き剥し、裸光ファイバ 1、1 を露出させる。そして、その両側の被覆層 5、5 を把持し、裸光ファイバ 1、1 を露出させた部分の位置を揃えて 2本の光ファイバ素線 6、6 を並列させる。ついで、裸光ファイバ 1、1 の中央を、ガスバーナー、電気ヒーターなどを用いて加熱し、融着させて融着部を形成する。さらに、長さ方向に引っ張って前記融着部を延伸し、融着延伸部 9 を形成すると、この融着延伸部 9 の中央付近に光結合部が形成され、光ファイバカブラ 10 が得られる。この光ファイバカブラ 10 においては、例えば 1本の光ファイバ素線 6 に特定波長の光を入射すると、融着延伸部 9 の光結合部において、この光の一部が他方の裸光ファイバ 1 に結合することにより、光が分波する。そして、出射側の 2本の光ファイバ素線 6、6 の双方から前記特定波長の光が出射する作用が得られる。

【0011】この光ファイバカブラ 10 においても、融着延伸部 9 を含む部分は裸光ファイバ 1、1 が露出しているため、上述の光ファイバグレーティングと同様の基材 13 に収納して保護するのが通常である。すなわち、上述の光ファイバグレーティングを基材に固定する操作と同様にして、融着延伸部 9 の両側の、被覆層 5、5 の終端と、これに隣接する裸光ファイバ 1 が露出した部分の一部とを含む 2箇所の接着位置において、光ファイバカブラ 10 を基材本体 11 に接着剤 14、14 によって固定する。ついで、基材本体 11 と蓋 12 とを一体化し、接着、固定して完成する。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の偏波保持光ファイバの保護構造においては、温度などの環境変化によって偏波保持光ファイバの偏波保持特性が低下し、クロストークが劣化するという問題があった。特に低温時において、この問題が発生することが多かった。本発明は前記事情に鑑みてなされたもので、温度変化などによってクロストークが劣化しにくい偏波保持光ファイバの保護構造を提供することを課題とする。特に 50 低温度時に、クロストークが劣化しにくい偏波保持光フ

アイバの保護構造を提供することを目的とする。

【0013】

【課題を解決するための手段】本発明者らが前記課題を解決するために鋭意検討した結果、上述の問題は、以下のような偏波保持光ファイバへの不均一な応力印加によって起こることがわかった。すなわち、接着剤の線膨張係数は裸光ファイバの材料の線膨張係数よりもかなり大きいので、この接着剤の膨張、収縮によって偏波保持光ファイバ（裸光ファイバ）に応力がかかる。図 10、13 に示されているように、基材 13 の長さ方向に直交する断面において、接着剤 14 は、基材本体 11 の内壁 11c に接着している。このため、接着剤 14 が、その硬化時に硬化収縮したり、温度変化などによって膨張、収縮する場合に、内壁 11c 側の接着剤 14 は、内壁 11c によって引き留められる。一方、基材本体 11 の開口部 11d 側において、接着剤 14 は他の部材に接着していない。このため、開口部 11d 側の接着剤 14 は、その膨張、収縮が妨げられず、比較的大きな体積変化を生じる。この結果、接着剤 14 の膨張、収縮によって被覆層 5 および裸光ファイバ 1 の周囲からかかる内壁 11c 側からの応力と開口部 11d 側からの応力が不均一となる。

【0014】上述のように、偏波保持光ファイバのコアに対しては、図 7 に示したように X 軸方向においては引張応力が印加され、相対的に Y 軸方向においては圧縮応力が印加されており、これらの応力の異方性の理想的なバランスによって偏波保存作用が得られる。したがって、上述のような被覆層 5 および裸光ファイバ 1 の周囲からの不均一な応力の印加により、この引張応力と圧縮応力との理想的なバランスが崩れ、偏波保持特性が低下し、クロストークが劣化するのである。このように応力のバランスが崩れることに起因するクロストークの劣化は偏波保持光ファイバ独特の現象であり、1本の偏波保持光ファイバからなる光ファイバグレーティングにおいても、2本以上並列された偏波保持光ファイバからなる光ファイバカブラなどにおいても同様である。

【0015】特に低温時にクロストークが発生しやすいのは、以下のような理由による。接着剤 14 は、その硬化時に硬化収縮する。すると、被覆層 5 および裸光ファイバ 1 の周囲から圧縮応力がかかり、この応力は、接着剤 14 のさらなる体積変化がない限り、保持される。そして、接着剤 14 が低温時に熱収縮すると、接着剤 14 の硬化収縮時の応力と熱収縮による応力との合計が偏波保持光ファイバにかかることになる。このように低温時に大きな応力がかかることにより、偏波保持光ファイバのクロストークの劣化を誘発するのである。

【0016】この検討結果から、前記課題を解決するために、本発明においては、偏波保持構造を有する裸光ファイバの上にプラスチック製の被覆層が設けられてなる偏波保持光ファイバの途中の被覆層が除去され、裸光フ

ファイバが露出した部分がパイプ状の基材内に収納され、所定の接着位置で接着、固定された偏波保持光ファイバの保護構造において、接着位置に充填された接着剤が、基材の長さ方向に直交する断面において、偏波保持光ファイバの周囲または裸光ファイバの周囲と、前記基材の内壁全体に接着していることを特徴とする偏波保持光ファイバの保護構造を提案する。また、前記接着位置は、前記裸光ファイバが露出した部分の両側の被覆層の終端と、これに隣接する裸光ファイバが露出した部分の一部とを含むと好ましい。

【0017】

【発明の実施の形態】まず、本発明の第1の例として偏波保持光ファイバグレーティングの保護構造について説明する。図1は光ファイバグレーティングを基材に固定する操作を示した平面図、図2は光ファイバグレーティングを基材に固定した状態を示したもので、図2(a)は図2(b)に示したC-Cにおける断面図、図2

(b)は一部側断面図である。光ファイバグレーティングは、図8~10に示したものと同様のものである。以下、図8~10を参照しながら説明する。

【0018】基材23は、断面半円形の半割れ管状の基材本体21と、長方形板状の蓋22とからなる断面半円状のパイプ状のもので、基材本体21の凹部21aと蓋22の内壁22cとからなる基材23の外形と相似形の中空部23aを有している。この例において、基材本体21の内径(開口部21dの幅)Dは1000 $\mu$ m、外径Eは3000 $\mu$ mである。すなわち、凹部21aの深さFは500 $\mu$ mである。また、蓋22の幅Gは3000 $\mu$ m、厚さHは1000 $\mu$ mである。基材23の材料は、温度変化などによる基材23の膨張、収縮の裸光ファイバ1への影響を低減するため、裸光ファイバ1の材料の線膨張係数と近い線膨張係数を有するものが用いられる。例えば、石英ガラスなどである。石英ガラスを用いると、後述するように蓋22の上方から紫外光を照射することによって、蓋22の下方に位置する未硬化の紫外線硬化型接着剤を硬化させることができるため、好ましい。

【0019】また、この例において、裸光ファイバ1の外径125 $\mu$ m、光ファイバ素線6の外径は400 $\mu$ mである。光ファイバグレーティング8の被覆層5を除去した部分の長さやグレーティング部7の長さは、光ファイバグレーティング8の特性などによって適宜調整される。よって、基材23の長さも、これらのサイズによって調整される。

【0020】この基材23に光ファイバグレーティング8を固定するにおいては、まず、基材本体21の凹部21aに、グレーティング部7の両側の被覆層5、5の終端が凹部21a内の基材本体21の長さ方向の両端部付近に位置するようにして光ファイバグレーティング8を収める。ついで、グレーティング部7の両側の、被覆層

5、5の終端と、これに隣接する裸光ファイバ1を露出させた部分の一部を含む2箇所(図2参照)の接着位置において、以下のようにして光ファイバグレーティング8を接着剤14、14によって基材本体21に固定する。

【0021】この光ファイバグレーティング8の接着位置は、光ファイバグレーティング8の特性に影響しない位置であれば、これら2箇所に限定するものではなく、また、接着位置の数も、限定するものではない。しかしながら、少なくとも上述のように被覆層5、5の終端とこれに隣接する露出した裸光ファイバ1の一部を一体に固定すると、より安定に光ファイバグレーティング8を固定することができるため、好ましい。

【0022】この例において、接着剤14、14は、硬化収縮率:約3%、線膨張係数:約 $5 \times 10^{-6}$ の紫外線硬化型接着剤である。まず、上述の接着位置に注射器などで未硬化の接着剤14、14を注入する。この接着剤14の注入量は、基材本体21と蓋22とを一体化したときに、基材23の長さ方向に直交する断面において、基材23内の接着剤14の周囲全体が、基材本体21の内壁21cと蓋22の内壁22cとに隙間無く接触するように、十分な量に設定する。

【0023】ついで、基材本体21と蓋22とを、これらの接合部21b、22bに、例えば未硬化の紫外線硬化型接着剤を塗布して一体化する。さらに、蓋22の上方から、接着剤14を注入した箇所に蓋22を介して紫外光を照射し、接着剤14を硬化する。すると、接着剤14は、接着位置の裸光ファイバ1の周囲および被覆層5の周囲と、基材本体21の内壁21cおよび蓋22の内壁22cとに接着する。すなわち、基材23の長さ方向に直交する断面において、接着剤14の周囲は基材23の内壁23c全体に接着する。

【0024】ついで、基材本体21と蓋22との接合部21b、22bにも蓋22を介して紫外光を照射して、この部分に塗布した紫外線硬化型接着剤を硬化させ、固定する。

【0025】このようにして得られた保護構造においては、接着剤14による接着位置において、パイプ状の基材23の中空部23a内の偏波保持光ファイバの周囲(被覆層5の周囲)あるいは裸光ファイバ1の周囲と、基材23の内壁23cとの間に、隙間無く接着剤14が充填されている。すなわち、基材23の長さ方向に直交する断面において、接着剤14の周囲は基材23の内壁23c全体に接着している。換言すれば、接着剤14の周囲全体が内壁23cによって支持されている。

【0026】よって、接着剤14が硬化する際においても、環境温度が高温、あるいは低温になる場合においても、接着剤14の周囲は内壁23cによって均等に引き留められているため、裸光ファイバ1および被覆層5の周囲からかかる応力が均一になる。また、この接着剤14の周囲全体からの内壁23cによる引き留めによつ

て、接着剤 14 の体積変化自体が抑制され、裸光ファイバ 1 および被覆層 5 にかかる応力が小さくなるという効果がある。この結果、低温時、高温時に限らず、全温度範囲において、接着剤 14 の体積変化が起りにくく、上述の図 7 に示したように、X 軸方向と Y 軸方向における引張応力と圧縮応力との理想的なバランスを維持することができ、クロストークの劣化を抑制することができる。

【0027】つぎに、第 2 の例について説明する。第 2 の例において第 1 の例と異なるのは、固定するデバイスが光ファイバカブラである点である。この例の光ファイバカブラは、図 11 ~ 13 に示したものと同様のものであり、また、光ファイバカブラの接着位置も、図 12 と同様である。図 3、図 4 は、光ファイバカブラを固定する操作と固定した状態をそれぞれ示したものである。図 3 は、図 1 に示した第 1 の例と同様の平面図である。図 4 は、図 2 (a) と同様の断面図である。

【0028】すなわち、図 1、図 2 (a)、図 2 (b) に示した方法と同様にして、光ファイバカブラ 10 を、融着延伸部 9 の両側の被覆層 5、5 の終端が凹部 21a 内の基材本体 21 の端部付近に位置するように基材本体 21 におさめる。そして、融着延伸部 9 の両側の、被覆層 5 の終端と、これに隣接する裸光ファイバ 1 が露出した部分の一部を含む 2 箇所の接着位置に未硬化の接着剤 14、14 をそれぞれ注入する。このとき、並列された 2 本の裸光ファイバ 1、1 および被覆層 5、5 は一体に固定するようにする。ついで、基材本体 21 と蓋 22 とを未硬化の紫外線硬化型接着剤を介して一体化する。さらに、接着剤 14、14 と基材本体 21 と蓋 22 の接合部 21b、22b に塗布した紫外線硬化型接着剤とを、蓋 22 を介して照射する紫外光によって硬化させ、完成する。

【0029】この例において、基材 23 の材料およびサイズ、接着剤 14 の種類、偏波保持光ファイバ（光ファイバ素線）6 のサイズなどは、上述の第 1 の例と同様である。また、光ファイバカブラ 10 の被覆層 5 を除去した部分の長さや融着延伸部 9 の長さは、光ファイバカブラ 10 の特性などによって適宜調整される。よって、基材 23 の長さも、これらのサイズによって調整される。

【0030】この例においても、図 3 に示したように、光ファイバカブラ 10 の接着位置において、偏波保持光ファイバの周囲（被覆層 5 の周囲）または裸光ファイバ 1 の周囲と基材 23 の内壁 23c との間に隙間なく接着剤 14 が充填され、硬化されており、接着剤 14 の周囲全体が基材 23 の内壁 23c 全体に接着している。このため、上述の第 1 の例と同様の効果を得ることができる。この例においては、光ファイバカブラ 10 は 2 本の偏波保持光ファイバ（光ファイバ素線）6 から構成されているが、3 本以上からなるものであっても適用可能である。

【0031】また、上述の第 1 ないし第 2 の例においては、偏波保持光ファイバは、図 7 に示したバンダファイバに限らず、ポータファイバ、楕円ジャケットファイバなどの公知のものをを用いることができる。さらに、基材 23 の断面形状は、裸光ファイバ 1 および被覆層 5 の周囲と基材 23 の内壁 23c との間に接着剤 14 を隙間なく充填することができればよく、上述のような半円形に限るものではない。

【0032】このように、本発明の偏波保持光ファイバの保護構造は、上述の偏波保持光ファイバグレーティング、偏波保持光ファイバカブラ、あるいは偏波ビームスプリッタなどのように、被覆層を除去して裸光ファイバを露出させ、この裸光ファイバが露出した部分を加工した光ファイバ形デバイスの保護に適している。

【0033】

【実施例】以下、本発明を実施例を示して詳しく説明する。

（実施例）上述の第 1 の例と同様にして、途中の被覆層を除去した 1 本の偏波保持光ファイバ（光ファイバ素線）を、接着剤にて基材に固定して偏波保持光ファイバの保護構造を構成した。偏波保持光ファイバは、図 7 に示したバンダファイバを用いた。本実施例はクロストークの測定が目的なので、偏波保持光ファイバにグレーティングは形成しなかった。また、基材は石英ガラスから形成した。同様のサンプルを 3 つ作成し、波長 1.55  $\mu\text{m}$  でのクロストークを測定した（実施例 1 ~ 3）。このとき、それぞれの実施例について、-40℃、-20℃、20℃の順に温度条件を変化させながら測定した。結果を図 5 にグラフで示した。この結果、測定温度範囲におけるクロストークの温度依存性は 3 dB 以下であった。また、クロストークが -25 dB をこえたものはなかった。

【0034】（比較例）図 8 ~ 10 に示した偏波保持光ファイバの保護構造を構成した。偏波保持光ファイバおよび接着剤は実施例と同様のものをを用いた。また、基材は、実施例の基材本体と同様のものを、ふたつ一体化して断面円形のパイプ状に構成した。同様のサンプルを 3 つ作成し、実施例と同様にしてクロストークを測定した（比較例 1 ~ 3）。結果を図 6 にグラフで示した。この結果、この温度範囲におけるクロストークの温度依存性は 5 ~ 10 dB であった。また、全比較例において、クロストークが -25 dB をこえた。

【0035】これらの実施例、比較例の結果より、本発明に係る実施例においては、偏波保持光ファイバのクロストークの温度依存性が小さく、低温においても安定した特性が得られることが確認できた。また、この実施例においては、1 本の偏波保持光ファイバを固定した実験を行ったが、偏波保持光ファイバのクロストークの劣化は、上述のように応力の異方性のバランスが崩れることによって起こるので、2 本以上の偏波保持光ファイバを

固定する光ファイバケーブルなどにおいても同様の結果が得られることは言うまでもない。

#### 【0036】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、偏波保持光ファイバの保護構造の特有の問題を解決したものであって、基材の長さ方向に直交する断面において、接着剤の周囲が基材の内壁全体に接着しており、接着剤の周囲全体が内壁によって支持されている。このため、接着剤の硬化時においても、環境温度が高温、あるいは低温になる場合においても、接着剤の周囲が内壁によって均等に引き留められているため、偏波保持光ファイバを構成する裸光ファイバおよび被覆層の周囲からかかる応力が均一になる。また、この接着剤の周囲全体からの内壁による引き留めによって、接着剤の体積変化自体が抑制され、裸光ファイバおよび被覆層にかかる応力が小さくなるという効果がある。この結果、低温時、高温時に限らず、全温度範囲において、接着剤の体積変化が起こりにくく、偏波保持特性を付与する引張応力と圧縮応力との理想的なバランスを維持することができ、クロストークの劣化を抑制することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の例における光ファイバグレーティングを基材に固定する操作を示した平面図である。

【図2】 本発明の第1の例における光ファイバグレーティングを基材に固定した状態を示したもので、図2(a)は図2(b)に示したC-Cにおける断面図、図2(b)は一部側断面図である。

【図3】 本発明の第2の例における光ファイバケーブルを固定する操作を示した図1に示した第1の例と同様の平面図である。

【図4】 本発明の第2の例における光ファイバケーブルを固定した状態を示した、図2(a)と同様の断面図である。

【図5】 実施例の結果を示したグラフである。

【図6】 比較例の結果を示したグラフである。

【図7】 偏波保持光ファイバの一例であるバンドファイバの裸光ファイバの断面図である。

【図8】 従来の偏波保持光ファイバグレーティングの保護構造の一例を示したもので、基材本体と蓋とを一体化する際の操作を示した一部側断面図である。

【図9】 従来の偏波保持光ファイバグレーティングの保護構造の一例を示したもので、基材本体に光ファイバグレーティングを固定した状態を示した平面図である。

【図10】 図8、9中のA-Aにおける断面図である。

【図11】 従来の融着延伸型の偏波保持光ファイバケーブルの保護構造の一例を示したもので、基材固定前の光ファイバケーブルと基材を示した斜視図である。

【図12】 従来の融着延伸型の偏波保持光ファイバケーブルの保護構造の一例を示したもので、基材本体に光ファイバケーブルを固定した状態を示した平面図である。

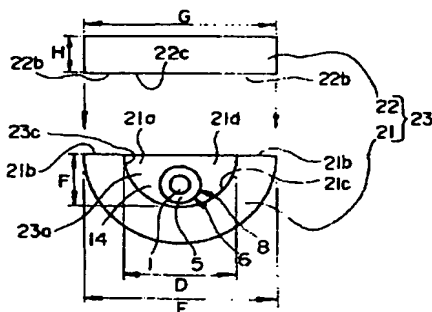
【図13】 図12中のB-Bにおける断面図である。

#### 【符号の説明】

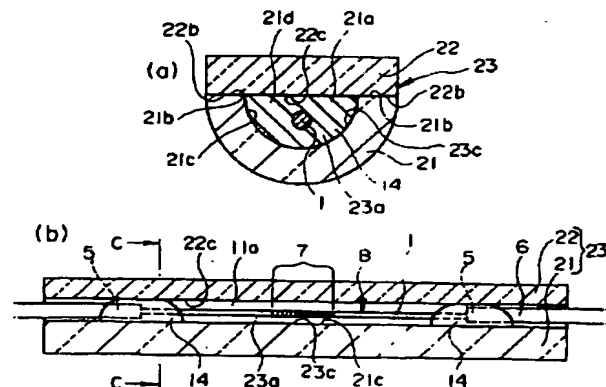
1…裸光ファイバ、5…被覆層、6…偏波保持光ファイバ（光ファイバ素線）

7…グレーティング部、8…偏波保持光ファイバグレーティング、9…融着延伸部、10…偏波保持光ファイバケーブル、14…接着剤、23…基材、23a…中空部、23c…内壁。

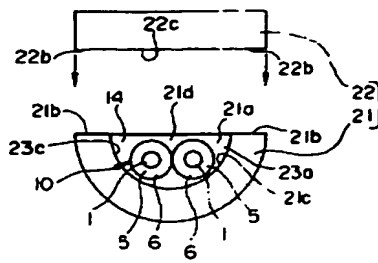
【図1】



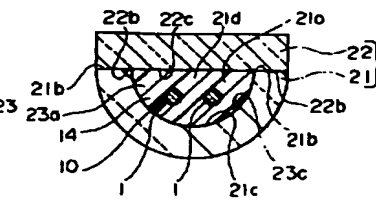
【図2】



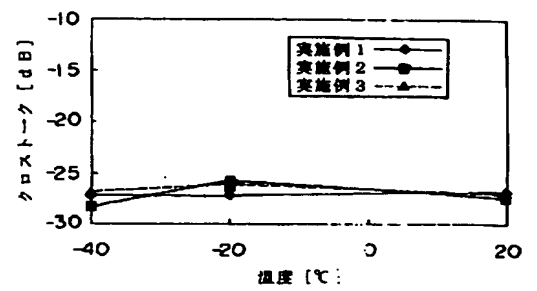
【図 3】



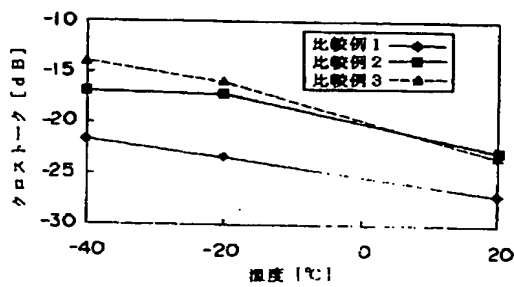
【図4】



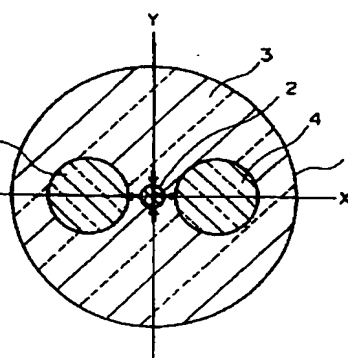
【図 5】



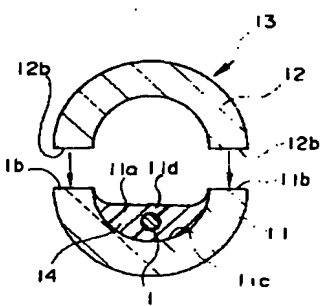
【図 6】



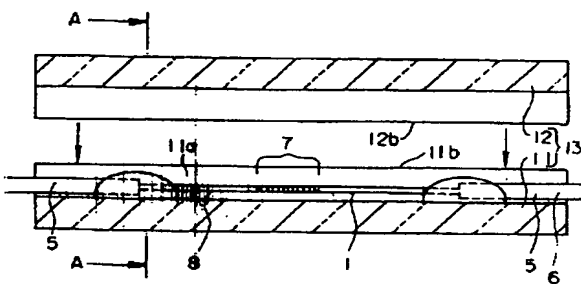
【図 7】



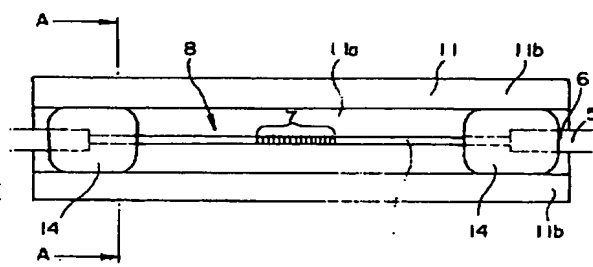
【图 10】



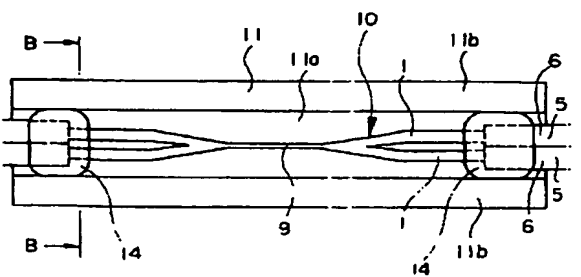
【図 8】



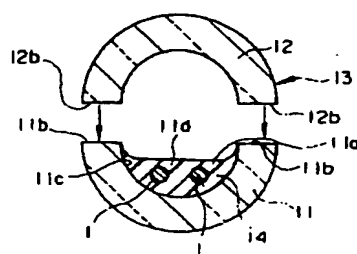
【図 9】



【図 12】

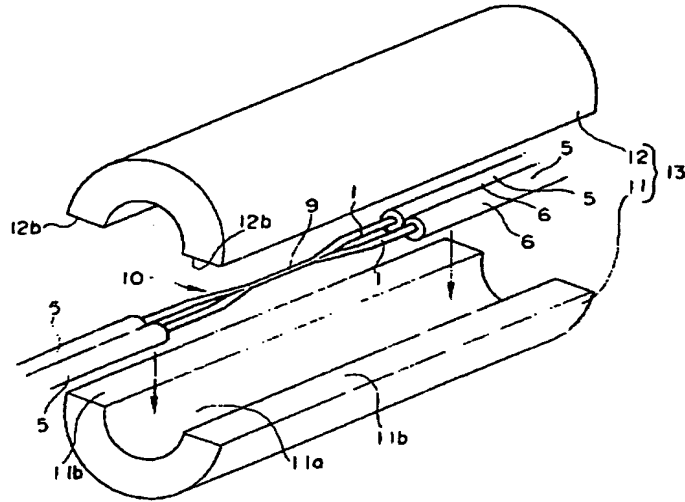


【図 13】





【図 11】



---

フロントページの続き

(72)発明者 山内 良三  
千葉県佐倉市六崎1440番地 株式会社フジ  
クラ佐倉工場内

Fターム(参考) 2H050 AC43 AC44 AC82 AC84 AD00  
BC11 BC12 BD03 BD07